

***INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES***

**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA**

**2007/2008**



**TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL**

**DOCUMENTO DE TRABALHO**

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

**IMPLEMENTAÇÃO DE AEROGERADORES EM  
UNIDADES/ÓRGÃOS DA FORÇA AÉREA**

***LUÍS SOUSA LEITE***  
***CAP / TOCART***



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**IMPLEMENTAÇÃO DE AEROGERADORES EM  
UNIDADES/ÓRGÃOS DA FORÇA AÉREA**

**CAP/TOCART Luís Sousa Leite**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 07/08

Lisboa 2008



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**IMPLEMENTAÇÃO DE AEROGERADORES EM  
UNIDADES/ÓRGÃOS DA FORÇA AÉREA**

**CAP/TOCART Luís Sousa Leite**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 07/08

Orientador:

TCOR/ENGEL SÉRGIO NOLASCO

Lisboa – 2008

## **Agradecimentos**

Desejo transmitir os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que deram o seu contributo, de forma directa ou indirecta, para a realização deste trabalho, empregando o seu valioso tempo e dedicação.

Em particular, gostaria de ressaltar a inestimável contribuição prestada, destacando os seguintes militares:

- TCOR/TOCART Carlos Paulos
- TCOR/ENGEL Sérgio Jacob
- CAP/TOCART Vítor Marques
- CAP/ENGEL Pedro Costa
- CMSgt/USAF William Crow

Ressalto ainda o papel desempenhado pelo meu orientador, o TCOR/ENGEL Sérgio Nolasco, pelas suas orientações, disponibilidade demonstrada e constante espírito crítico.

Por fim, um agradecimento especial pelo precioso apoio e paciência demonstrada pela minha esposa e aos meus filhos pela tolerância que evidenciaram na falta da minha disponibilidade, designadamente para passar mais tempo com eles.

## **Índice**

Assunto	Nº Página
Introdução .....	1
Importância do estudo .....	1
Definição dos objectivos da investigação .....	2
Delimitação do estudo .....	2
Base conceptual.....	2
Questão da investigação.....	3
Organização do trabalho .....	3
1. Dependência energética .....	5
a. Ambiente .....	5
b. A energia .....	6
c. Fontes de energia renováveis .....	7
2. Contexto energético em Portugal e na FAP .....	11
a. Protocolo de Quioto .....	11
b. Metas UE.....	11
c. A energia em Portugal.....	12
d. A energia eléctrica na FAP .....	13
3. Instalação de um sistema de energia eólica .....	16
a. Energia eólica – Evolução histórica.....	16
b. Funcionamento da energia eólica.....	16
c. Aproveitamento eólico na <i>United States Air Force</i> (USAF) .....	17
d. Impactos negativos na navegação aérea.....	18
e. Procedimentos e informação aeronáutica .....	20
f. Estudos realizados na FAP .....	21
g. Opinião pública e publicidade.....	24
Teste das hipóteses.....	25
Resposta à pergunta de partida.....	26
Conclusão.....	27
Contributos para o conhecimento .....	30
Recomendações.....	30
Bibliografia .....	32
Anexo A – Corpo de conceitos .....	35
Anexo B – Entrevista ao Chefe da 3ª Repartição da Direcção de Electrotecnia .....	37
Anexo C – Entrevista ao Chefe do Sector de Procedimentos do CGTA .....	40

## **Resumo**

Com a realização desta investigação pretende-se averiguar em que medida é que a Força Aérea Portuguesa poderá beneficiar da implantação de equipamentos eólicos, nas suas instalações.

A evolução tecnológica ocorrida desde a revolução industrial levanta sérias consequências para o planeta, devido à procura crescente e constante da sociedade moderna. Efectivamente, após a revolução industrial, a utilização massiva dos combustíveis indutores do efeito de estufa cresceu exponencialmente, provocando o aquecimento global, com os graves impactos que esse facto representa.

Para responder com assertividade à actual situação, poderão ser implementadas diversas medidas na vertente do uso racional da energia, na eficiência energética e na produção de energia a partir de fontes renováveis, como sejam: solar, geotérmica, biomassa, oceanos, hidrogénio, hídrica e eólica.

Portugal, apesar de continuar dependente do exterior, em termos energéticos, está numa posição cimeira em termos ambientais e energéticos, tendo inclusivamente atingido as metas impostas pela União Europeia, para 2010, relativamente à produção de energia com recurso a fontes renováveis.

A Força Aérea Portuguesa tem envidado esforços no sentido de contribuir para a consecução das metas nacionais, nomeadamente através de medidas com vista a aumentar a eficiência energética nas suas instalações.

Os estudos de viabilidade, para a implementação de geradores eólicos, em Unidades da Força Aérea Portuguesa, forneceram dados importantes para a realização desta investigação.

## **Abstract**

With the attainment of this investigation it is intended to ascertain in what way the Portuguese Air Force will benefit from the implementation of wind equipment, for electrical power generation.

The technological evolution occurred since the industrial revolution raises serious consequences for the planet, due to the constant and growing demand of the modern society. Effectively, after the industrial revolution, the massive usage of fuel that induces the greenhouse effect grew exponentially, causing the global warming, with the severe impacts that that fact represents.

In order to answer assertively to the current situation, some measures can be implemented in the perspective of the rational use of energy, towards achieving energy efficiency and production of energy from renewable sources, as be: solar, geothermal, biomass, oceans, hydrogen, water and wind.

Portugal, despite of still being dependent from the outside, in terms of energy, is in a prominent position in the environmental and energy perspective, having, inclusively, reached the European Union 2010 imposed goals, relatively to the output of energy with resource to renewable springs.

The Portuguese Air Force has endeavored efforts in the way to contribute for the attainment of national goals, namely through measures with an aim to increase the energy efficiency in its installations.

The feasibility studies, for the implementation of wind generators, carried out in Portuguese Air Force bases, supplied important facts for the execution of this investigation.

**Palavras-chave**

Aquecimento global

Efeito de estufa

Eficiência energética

Energia eólica

Energia renovável



## **Lista de abreviaturas**

AFCEE – *Air Force Center for Engineering and Environment*

ATC – *Air Traffic Control*

BA – Base Aérea

CO2 – Dióxido de Carbono

CGGA – Curso Geral de Guerra Aérea

CGTA – Centro de Gestão de Tráfego Aéreo

COAA – Centro de Operações Aéreas Alternativo

COFA – Comando Operacional da Força Aérea

CUTE – *Clear Urban Transport for Europe*

DE – Direcção de Electrotecnia

DF – *Directional Finding*

ECIP – *Energy Conservation Investment Program*

EDA – Electricidade dos Açores

EDP – Energias de Portugal

EMFA – Estado Maior da Força Aérea

EPA – *Environmental Protection Agency*

EUA – Estados Unidos da América

FAP – Força Aérea Portuguesa

FER – Fonte de Energia Renovável

FFAA – Forças Armadas

FND – Forças Nacionais Destacadas

GEE – Gás com Efeito de Estufa

GQA – Gabinete de Qualidade e Ambiente

ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional

INAC – Instituto Nacional da Aviação Civil

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

LPM – Lei de Programação Militar

M€ – Milhões de Euros

NAEW – *NATO Airborne Early Warning*

NATO – *North Atlantic Treaty Organization*

NAV – Navegação Aérea de Portugal, E.P.E (Entidade Pública Empresarial)

NDB – *Non-Directional Beacon*

PCME – Plano de Curso e Missões ao Estrangeiro

PCN – Plano de Cursos Nacionais

PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas

PQ – Protocolo de Quioto

PRI – Período de Retorno do Investimento

PT – Posto de Transformação

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

SSR – *Secondary Surveillance Radar*

TACAC – *Tactical Air Navigation*

UE – União Europeia

UNFCCC – *United Nations Framework Convention for Climate Change*

USAF – *United States Air Force*

USD – Dólar Americano

VAL – Valor Actual Líquido

VHF – *Very High Frequency*

VOR – *VHF Omni Range*

WEF – *World Economic Forum*

ZAA – Zona Aérea dos Açores

## **Introdução**

“Factos científicos irrefutáveis demonstram a necessidade de intervir urgentemente para lutar contra as alterações climáticas”<sup>1</sup>. Efectivamente, os efeitos do aquecimento global e a preservação do meio ambiente têm-se tornado uma preocupação, não só para as organizações ecologistas, como também para a maioria das lideranças dos Estados. Efectivamente, o Protocolo de Quioto (PQ) foi assinado por 178 países desde 2001, comprometendo-se a reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera, causadas, nomeadamente, pelos combustíveis fósseis, para produção de energia.

A União Europeia (UE) em geral e Portugal, em particular, estão dependentes energética e economicamente das importações de gás e petróleo. O crude tem atingido cotações altíssimas, assinalando uma subida superior a 500%, nos últimos sete anos. Efectivamente, nessa data, o seu valor rondava os 20,00 dólares americanos (USD) por barril, tendo-se registado um valor máximo de 111,00 USD, até meados do mês de Março de 2008, sendo imprevisível quando e em que valor parará de subir. Consequentemente, torna-se inevitável que Portugal, tanto para bem do ambiente como da sua economia, aposte fortemente nas energias renováveis.

## **Importância do estudo**

A opção pelo tema em questão é justificada pela necessidade de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e a dependência energética e consequentemente económica e estratégica, de Portugal. Naturalmente, a Força Aérea Portuguesa (FAP) é afectada por este problema: as suas Unidades têm um consumo energético elevado e para além de uma redução expectável na factura eléctrica, pretende-se averiguar quais os benefícios que poderá obter em termos de imagem pública.

A “Implementação de Aerogeradores em Unidades/Órgãos da Força Aérea” é um assunto que não podia ser mais actual, dada a preocupação da UE e dos órgãos de soberania portugueses em incrementar a produção a partir das fontes de energia renováveis (FER), tendo como alvo mais visível o PQ e as metas impostas pela UE.

---

<sup>1</sup> Comunicado da Comissão Europeia, COM 2 (2007)

## **Definição dos objectivos da investigação**

### **a. Objectivo geral**

Com este Trabalho de Investigação Individual: “Implementação de Aerogeradores em Unidades/Órgãos da Força Aérea” pretende-se investigar quais os proveitos que a FAP poderá obter da instalação de aerogeradores nas suas Unidades.

### **b. Objectivos específicos**

- (1) Verificar a existência de sistemas idênticos em outros organismos públicos, nomeadamente nas Forças Armadas (FFAA).
- (2) Identificar os impactos decorrentes da instalação de aerogeradores, em termos de servidões aeronáuticas.
- (3) Quantificar a relação custo/benefício proveniente da produção de energia.
- (4) Verificar se a FAP poderá vender a eventual energia produzida em excesso.

## **Delimitação do estudo**

Este trabalho tem como objecto de estudo a instalação de aerogeradores em Unidades da FAP, procurando analisar de uma forma geral os estudos de viabilidade já realizados, nas vertentes técnica, aeronáutica, económica e ambiental, assim como as possíveis consequências directas e indirectas da sua instalação.

Dada a complexidade que constitui um projecto de instalação de um parque eólico, este trabalho pretende ser uma ferramenta que aborde de uma forma sintetizada os requisitos, vantagens e desvantagens e alguns impactos da sua implementação.

## **Base conceptual**

No decorrer deste trabalho de investigação, serão usados alguns conceitos que auxiliarão a enquadrar o tema e que poderão ser consultados no Anexo A.

## **Questão da investigação**

A produção de energia eólica regista um franco crescimento em Portugal, tendo ainda uma margem de desenvolvimento assinalável, até atingir o potencial máximo. No entanto, a utilização de FER na FAP é praticamente inexistente, apesar dos elevados consumos energéticos que regista. Assim, pretende-se avaliar:

***“Em que medida é que a Força Aérea poderá beneficiar da instalação de aerogeradores, nas suas Unidades?”***

Resultante dos distintos factores que influenciam um processo desta natureza, podem definir-se três questões derivadas:

- *Os geradores eólicos são compatíveis com a actividade aérea?*
- *Quais são as implicações dos geradores eólicos na aviação?*
- *Existe alguma força armada no estrangeiro que produza energia eólica?*

Decorrente da questão central orientadora deste trabalho de investigação, foram delineadas as hipóteses seguintes:

- *A instalação de geradores eólicos numa Unidade da FAP resultará em dividendos financeiros.*
- *A produção eólica tem impactos desprezáveis na aviação.*

## **Organização do trabalho**

O trabalho foi articulado de forma a permitir responder às questões colocadas, tendo sido estruturado em três capítulos. A questão da investigação é colocada depois de uma introdução ao tema, da definição dos objectivos e da delimitação do objecto de estudo que se pretende atingir.

No primeiro capítulo aborda-se a questão ambiental, relacionando-a com os impactos causados pelo uso abusivo dos combustíveis fósseis, apontando algumas soluções para mitigar as suas consequências.

No segundo capítulo, é feito um enquadramento da situação energética em Portugal e na FAP, em termos de metas a atingir e das medidas que têm sido tomadas.

No terceiro capítulo, é feita uma abordagem à instalação de um sistema de produção eólica, mencionando os impactos causados, designadamente na aviação, bem como uma análise aos estudos de viabilidade efectuados em Unidades da FAP.

Por último, para além de um resumo das principais conclusões decorrentes da investigação, são apresentados os contributos para o conhecimento e as recomendações.

## **1. Dependência energética**

### **a. Ambiente**

O clima da Terra está em constante mudança e, se durante muito tempo se associava o termo “mudanças climáticas” a causas naturais, hoje em dia ele surge relacionado com o comportamento humano, especialmente, desde o início do século XX. A Revolução Industrial, iniciada no século XIX, alterou o processo de transformação das matérias-primas, evoluindo da manufactura para a produção industrial, recorrendo, essencialmente, aos combustíveis fósseis como fonte energética, especialmente o carvão e o petróleo.

Este novo processo produtivo aumentou exponencialmente, fomentando um incremento desmesurado nas emissões de gases indutores do “efeito de estufa”, de onde se destaca o CO<sub>2</sub>. Presentemente, embora a indústria se tenha modernizado e use outras fontes de energia, os combustíveis fósseis ainda desempenham um papel fundamental na sociedade, onde a queima de carvão e combustível, para produção de energia eléctrica, é ainda uma realidade.

As referidas emissões, aliadas à redução da produção de oxigénio, devido à destruição de florestas, contribuem, sem dúvida, para o “efeito de estufa” e consequentemente para o “aquecimento global” que tem, entre outras, as seguintes consequências:

(1) Água. O aquecimento do planeta origina o degelo dos glaciares, causando a subida do nível médio das águas do mar, com danos que se reflectem na geografia terrestre, nomeadamente em países que possuem áreas mais baixas, na agricultura, na flora e na fauna. Acontecimentos como o furacão Katrina, em 2005, provocando cheias devastadoras em Nova Orleães, nos Estados Unidos da América (EUA), poderão repetir-se, com as consequências económicas e humanitárias devastadoras que esses cenários representam.

(2) Saúde Humana. A qualidade dos alimentos e da água que ingerimos têm uma relação directa com as condições climáticas, assistindo-se a uma tendência generalizada para verões mais quentes e os invernos menos frios. Estes factores podem tornar-se prejudiciais para a saúde humana, devido ao facto de se criarem condições propícias à

sobrevivência e propagação de diversos vírus, fungos e bactérias e assistirmos ao surgimento de doenças, como sejam a malária e o dengue, em latitudes outrora impensáveis. Acrescentam-se ainda os efeitos causados directamente pelo Sol no organismo humano, através dos raios ultravioletas, facilitados pelo aumento do número médio das ondas de calor.

Chegados a esta situação preocupante, a solução para a sobrevivência da humanidade passa pela implementação de diversas medidas, ao nível global, que sejam capazes de mudar os hábitos do Homem e que consigam estimular uma mudança gradual no nosso planeta. Da lista das medidas que, de algum modo, podem contribuir para a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), destacam-se:

- (1) Produção de energia recorrendo a fontes renováveis;
- (2) Uso racional da energia;
- (3) Eficiência energética.

**b. A energia**

A evolução da energia eléctrica, desde a sua descoberta, na antiga civilização Grega, tem sido notória, nomeadamente, desde o século passado. A sua influência no estilo de vida da nossa sociedade tem aumentado de uma forma exponencial, ocupando, nos nossos dias, um papel fundamental.

Antes da energia eléctrica, o Homem esteve, durante vários séculos, dependente de fontes energéticas como o vento, a água e a lenha. Recentemente, estas fontes foram sendo substituídas pelo carvão, petróleo, gás e nuclear. A dependência da energia levou, naturalmente, a um aumento da procura e consequentemente, a uma busca incessante pela sua produção, sem que a questão ambiental constituísse qualquer tipo de condicionante. O facto é que o paradigma se alterou, a correspondência causa/efeito está bem presente e a consciência ambiental faz parte do nosso dia-a-dia. As crises e os conflitos internacionais em países produtores, como o Irão, Iraque, ou a Venezuela, aliadas à crescente procura dos chamados países emergentes como a China e a Índia, têm contribuído decisivamente para a escalada dos preços do crude, comprovando a



sua influência quer ao nível económico e político, como ao nível da segurança mundial. Nesta conjuntura, os países não produtores estão especialmente expostos às subidas dos preços, visto que todo o seu consumo influencia negativamente a sua balança de pagamentos.

O interesse nas FER nunca foi tão elevado, tendo essa busca ressurgido a partir da década de 70, após o choque petrolífero, por um lado, com a intenção de criar alternativas ao petróleo e, por outro, devido às primeiras preocupações ambientais.

### **c. Fontes de energia renováveis**

Presentemente, a utilização de fontes renováveis para obtenção de energia é bastante diversa e de popularidade crescente. O avanço tecnológico registado nesta área torna a produção de energia cada vez mais acessível e eficiente. Assim, actualmente, as fontes disponíveis são:

#### **(1) Energia solar**

O aproveitamento da radiação solar é feito, usufruindo das suas três componentes: directa (radiação directa do sol), difusa (proveniente do céu, excepto do Sol, das nuvens, chuva, neve, etc.) e reflectida (originada na reflexão dos raios solares no chão e nos objectos). A actual tecnologia permite obter proveitos desta radiação de duas formas distintas: - activa (consistindo na transformação da radiação solar em outro tipo de energia, térmica ou eléctrica); - passiva (através da arquitectura dos edifícios, projectando-os de modo a que possam maximizar e conservar o calor fornecido pela radiação solar, no Inverno e reduzir os seus efeitos no Verão).

#### **(2) Energia geotérmica**

O interior do planeta emana uma grande quantidade de energia térmica que é transmitida à crosta terrestre, essencialmente por condução. A conversão desta energia pode ser feita a altas temperaturas ( $> 150^{\circ}\text{C}$ ), aproveitando a actividade vulcânica, sísmica ou magmática, ou a baixas temperaturas ( $< 150^{\circ}\text{C}$ ), beneficiando, geralmente, da circulação da água em falhas, fracturas ou rochas porosas a grandes profundidades. A energia

térmica obtida pode ser utilizada para aquecimento ambiental, de águas ou de processos industriais, ou para produção eléctrica.

(3) Biomassa

As plantas obtêm a energia química a partir do processo de transformação da radiação solar – fotossíntese. Posteriormente, essa energia pode ser convertida em electricidade, combustível ou calor. A biomassa pode ser considerada em três formas diferentes:

(a) Biomassa sólida

Tem origem nos resíduos da agricultura, a partir de substâncias vegetais ou animais, resíduos provenientes da floresta e das indústrias dela dependente e da porção de resíduos urbanos e industriais biodegradáveis.

(b) Biocombustíveis gasosos

Têm proveniência nos efluentes agro-pecuários, da agro-indústria e urbanos, nomeadamente nas lamas das estações de tratamento dos efluentes domésticos e ainda nos aterros de resíduos sólidos urbanos. Estes resíduos, ao decomporem-se biologicamente, libertam uma mistura de gases constituída por metano (50 a 70%) e CO<sub>2</sub>. O metano é então aproveitado para produzir biogás.

(c) Biocombustíveis líquidos

A obtenção de energia decorre de processos químicos a partir de óleos de girassol ou colza, processos de fermentação de hidratos de carbono (açúcar, amido ou celulose), de processos sintéticos a partir do metanol ou através de processos de gaseificação da madeira.

(4) Energia dos oceanos

Existem vários processos para se retirarem benefícios energéticos dos oceanos, nomeadamente pelo aproveitamento da energia das marés, da energia associada ao diferencial térmico, das correntes marítimas e da energia das ondas. Actualmente, a energia das ondas é que apresenta

maior potencial de exploração dada a sua força e a dimensão das costas marítimas. Esta energia tem claras semelhanças com a energia eólica, por ter origem directa no efeito dos ventos (logo está sujeita à sazonalidade) e por a sua conversão ocorrer através da extracção da energia de um meio fluido em movimento, de extensão praticamente ilimitada.

(5) Hidrogénio

O hidrogénio é considerado por muitos estudiosos como o combustível do futuro. É o elemento químico mais abundante no universo e, para além de ser o mais leve, é o que contém maior valor energético. Através da utilização de pilhas de combustível, este elemento permite a produção de energia eléctrica, retornando vapor de água. Têm sido feitos alguns esforços no sentido de incrementar o uso do hidrogénio como fonte de energia, sendo o programa, iniciado em 2006, *Clear urban transport for Europe* (CUTE) um exemplo. Este programa é apoiado pela EU, contemplando a circulação de autocarros movidos a hidrogénio em 10 cidades europeias, entre as quais o Porto. O seu objectivo é demonstrar a exequibilidade de um sistema de transportes públicos, baseados numa energia inovadora, silenciosa, limpa e altamente eficiente.

(6) Energia hídrica

Esta energia tem origem na energia cinética presente na deslocação das águas dos rios, devido, nomeadamente, à precipitação nos locais de cota mais elevada. A energia cinética é convertida em energia cinética de rotação, na turbina hidráulica e, posteriormente, transformada em energia eléctrica.

(7) Energia eólica

Os equipamentos eólicos aproveitam a força mecânica do vento, convertendo-a em energia eléctrica. O aproveitamento dessa energia requer uma intensidade mínima do vento de 7 a 8 m/s, obtida, a uma altura de 50 m Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, apenas 7% da superfície terrestre apresenta uma intensidade média igual ou superior a 7 m/s, a essa altura. Ainda assim, estima-se que o potencial eólico mundial seja equivalente à produção de 47 mil centrais nucleares,

ou seja 500.000 TWh por ano, sendo 30 vezes superior ao consumo actual de electricidade no mundo. Porém, devido a restrições sócio-ambientais e outros factores, apenas cerca de 10% do potencial eólico é considerado tecnicamente aproveitável.

A energia eólica apresenta diversas vantagens:

- (a) É uma fonte de energia segura e renovável;
- (b) Não gera resíduos, excepto os da fabricação dos equipamentos;
- (c) São instalações móveis, cujo desmantelamento possibilita a recuperação total da zona;
- (d) Construção rápida (inferior a 6 meses);
- (e) Benefícios económicos para os municípios e promotores;
- (f) Instalação compatível com outros usos do solo;
- (g) Criação de postos de trabalho;

## **2. Contexto energético em Portugal e na FAP**

### **a. Protocolo de Quioto**

A preocupação com as consequências do efeito de estufa por parte da comunidade internacional tem sido bastante acentuada. Em 2007, o Prémio Nobel da Paz foi atribuído ao ex-candidato à presidência dos EUA, Albert Arnold (Al) Gore Jr. e ao *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). O comité Nobel premiou os “seus esforços em desenvolver e disseminar conhecimentos acerca das alterações climáticas causadas pelo Homem e por estabelecerem as bases para as medidas necessárias para combater essas alterações.”

No dia 16 de Fevereiro de 2005, o protocolo elaborado em 1997 em Quioto, após anos de impasse e discussão entre as lideranças políticas e a comunidade científica, entrou em vigor, ganhando força de lei internacional. O documento elaborado pela *United Nations Framework Convention for Climate Change* (UNFCCC) é considerado o acordo mais ambicioso alguma vez assinado, sobre desenvolvimento sustentável e ambiente, já que as suas medidas têm impacto em todos os sectores económicos principais.

Após a sua assinatura, os países industrializados signatários estão obrigados a reduzir, até ao ano de 2012, as suas emissões dos GEE para a atmosfera, em pelo menos 5%, relativamente aos valores registados em 1990. Assim, cada país estabeleceu as suas próprias metas; a EU e o Japão comprometeram-se em reduzir as suas emissões em 8%. Lamentavelmente, há países que ainda não assinaram o protocolo, nomeadamente os EUA. Efectivamente, o Estado americano é um dos países que mais contribui para a poluição no planeta, mas, apesar disso, refugia-se no pretexto de que as medidas a implementar arruinarão a sua economia. A Austrália, o maior produtor de carvão do mundo, também não assinou o acordo, preferindo elaborar o seu próprio plano que contempla um incremento de 8%.

### **b. Metas UE**

A UE tem desenvolvido esforços, no sentido de reduzir os efeitos das alterações climáticas, tentando estabelecer uma política energética comum.

Decorrente do PQ, a UE definiu metas para a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, diferenciadas para os Estados membros, consoante o seu nível de desenvolvimento, no valor médio de 8%, até 2012, e paralelamente de 20%, até 2020. Esta meta poderá subir para os 30% se outros países industrializados assumirem um compromisso idêntico.

Relativamente à produção de energia, recorrendo a fontes renováveis, a UE tem assumido a liderança ao nível mundial e estabeleceu que as energias renováveis deverão registar uma percentagem média de 20% de todo o consumo energético total, a atingir até 2020, tendo assinalado 8,5% em 2005. Esta produção, embora pareça reduzida, é a necessária para, por exemplo, satisfazer as necessidades totais de energia eléctrica da Dinamarca e Hungria.

### **c. A energia em Portugal**

Actualmente, Portugal pode ser considerado um país de vanguarda em termos ambientais e energéticos. Em Fevereiro passado, segundo dados divulgados pelo Fórum Económico Mundial (WEF) e que constam do *Environmental Performance Index* (EPI), Portugal está em 18º lugar numa lista de 149 países (11º entre países europeus). Este índice é elaborado por investigadores da Universidade de Yale e Columbia, em colaboração com o WEF e com o Centro de Pesquisa Conjunto da Comissão Europeia, onde está vertida a avaliação de factores como saúde, biodiversidade, energia, água, ar e recursos naturais.

No campo da energia, em Fevereiro deste ano, a Comissão Europeia colocou Portugal em quinto lugar em termos de ambição nas políticas e metas para as energias renováveis no horizonte de 2020. Paralelamente, o Ministério da Economia e da Inovação divulgou dados que indicam que Portugal já ultrapassou as metas propostas para 2010 (39%<sup>2</sup>), relativamente à percentagem de energia consumida a partir de fontes renováveis.

A importância das FER tem sido uma questão de interesse crescente para os nossos governantes. O conselho de ministros referiu, em 2005, que Portugal se encontra em forte dependência externa, nomeadamente, devido aos combustíveis fósseis e à sua volatilidade nos preços. Tem baixo índice de

---

<sup>2</sup> Para além da meta imposta pela UE de 39%, o governo Português estabeleceu 45% de redução.

eficiência energética e elevada intensidade carbónica, com fortes consequências, nomeadamente, na balança de pagamentos, no aumento da factura externa, na redução do poder de compra dos consumidores e na perda de competitividade das empresas. Efectivamente, tem havido a preocupação com os assuntos do ambiente e energia que pode ser espelhado no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), a partir do qual têm sido tomadas medidas e dados alguns passos muito importantes e de sucesso que merecem ser salientados:

- (1) A central fotovoltaica de Serpa é, actualmente, a maior do mundo. Com 52.300 painéis, e uma potência instalada de 11 MW, capazes de produzir 19,7 GWh/ano, traduzindo-se numa poupança de 30.000 Ton/Ano de emissões de CO<sub>2</sub>.
- (2) Até ao final de 2008, estará concluída a instalação de um parque fotovoltaico, no concelho de Moura, que destronará o de Serpa, por uma margem notável: 268.000 painéis com a potência instalada de 46,41 MW, capazes de produzir 93 GWh/ano.
- (3) Em Novembro de 2007, foi inaugurada pelo Sr. Primeiro-Ministro, a primeira fábrica de um *cluster* eólico, em Viana do Castelo, considerando este facto como um “momento de viragem” para o país. A fábrica inaugurada destina-se à construção de pás de rotor, estando prevista a conclusão das restantes (fábrica de torres de betão, de mecatrónica e de aerogeradores) até final de 2008. Estes investimentos permitem que Portugal passe a produzir internamente o que até aqui necessitava importar.

#### **d. A energia eléctrica na FAP**

O consumo de energia eléctrica na FAP, em 2006 e 2007, representou um gasto percentual de 1,16 e 1,05 relativamente ao orçamento executado<sup>3</sup>. Embora se registre uma descida ligeira e estes valores possam parecer desprezáveis, o facto é que se referem a valores absolutos na ordem dos 3,572 e 3,229 Milhões de Euros (M€). Nesse sentido, tendo em consideração a tendência descendente dos orçamentos atribuídos às FFAA, qualquer poupança é significativa.

---

<sup>3</sup> Não contabilizando: LPM, PIDDAC, PCN, PCME, NAEW E FND.

Em termos de produção de energias renováveis, o investimento da FAP tem sido quase inexistente, dispondo de uma central geotérmica na Base do Lumiar e um equipamento fotovoltaico de 7 kVA, no Campo de Tiro de Alcochete, para alimentação da torre de controlo de tiro. Adicionalmente, têm sido elaborados alguns estudos de implementação, dos quais se destacam: estudo de viabilidade para instalação de geradores eólicos, na BA4; instalação de um parque fotovoltaico, pela Energias de Portugal (EDP), na BA11; remodelação do hangar para o Museu do Ar, na BA1 que prevê que uma das fachadas seja revestida com painéis fotovoltaicos. Os estudos desta natureza têm boa aceitação na FAP. No entanto, dada a essência da sua missão, as suas prioridades encaminham-se, designadamente, para a operação dos meios aéreos. O elevado investimento inicial necessário para a execução desses projectos, associado aos constrangimentos financeiros, torna a sua concretização bastante difícil.

No entanto, têm sido envidados os seguintes esforços no sentido de aumentar a eficiência energética e de reduzir a factura eléctrica:

- (1) Iluminação pública das Unidades por sectores e horários, possibilitando a iluminação das áreas necessárias e nos períodos requeridos;
- (2) Colocação de reflectores de alumínio nas lâmpadas fluorescentes associada à mudança para balastros electrónicos em diversas Unidades No Estado-Maior da Força Aérea (EMFA), esta medida permitiu reduzir o número de lâmpadas em dois terços;
- (3) Substituição de lâmpadas de mercúrio por lâmpadas de vapor de sódio, em hangares, oficinas e armazéns, aumentando a sua eficiência energética;
- (4) Compensação do factor de potência para 0,93, através da instalação de baterias de condensadores nos postos de transformação;
- (5) Instalação de contadores parciais em projectos para novos edifícios e na remodelação de existentes, permitindo aferir, com precisão, a tipologia de consumo de cada sector;
- (6) Utilização de bancos de gelo, para os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado utilizando o período nocturno para a sua



operação. Isto permite a distribuição do consumo ao longo do dia, evitando picos de consumo;

(7) Controlo de ar condicionado individualizado por sala, no edifício A do EMFA.

Apesar do esforço desenvolvido, há ainda margem para melhorar, tanto no aspecto da eficiência energética como através da sensibilização das pessoas, tentando inculcar a perspectiva ambiental, associada à diminuição do consumo. Medidas simples como desligar os equipamentos e sistemas de iluminação desnecessários, quando aplicadas massivamente, poderão ter um impacto expressivo.

### **3. Instalação de um sistema de energia eólica**

#### **a. Energia eólica – Evolução histórica**

O aproveitamento da energia eólica tem, possivelmente, a sua origem na civilização egípcia (2800 a.C.), através da sua utilização em velas para embarcações, para complementar a força humana empregue nos remos. Posteriormente, os Persas, alguns séculos antes de Cristo, começaram a usar a energia do vento e, no século XVIII, já dispunham de moinhos para fazer a moagem de cereais.

Na Europa, os primeiros equipamentos eólicos surgiram no século XVII, tanto em França como em Inglaterra, e rapidamente se disseminaram pelo continente europeu, particularmente na Holanda. As primeiras estruturas eram construídas em madeira e a energia do vento tinha como função apoiar a força motora humana ou animal, não funcionando de forma autónoma. O aproveitamento do vento para a produção de energia eléctrica é uma ideia relativamente recente. Nos finais do século XIX, Charles F. Brush, nos EUA, deu o primeiro passo, ao inventar a “*step-up gearbox*” que permite incrementar a velocidade de rotação das pás, aumentando substancialmente a eficiência e eficácia deste tipo de equipamento.

Os avanços tecnológicos ocorridos na sequência da Revolução Industrial permitiram a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis, acarretando um desinteresse acentuado no aproveitamento eólico. Mais recentemente, a crise petrolífera dos anos 70 e a crescente consciencialização dos malefícios causados pela utilização dos combustíveis fósseis deram um forte impulso às FER. Pode afirmar-se que a energia eólica renasceu, registando uma evolução, tanto em quantidade como em conhecimento tecnológico, bastante acentuada. Nos anos 80, uma turbina eólica tinha capacidade para produzir 25 kWh, sendo que, actualmente, existem turbinas a produzir mais de 3.000 kWh.

#### **b. Funcionamento da energia eólica**

O vento tem a sua origem na energia solar e o seu comportamento é inconstante devido às variações de temperatura e à pressão atmosférica, efeito de *coriolis*, orografia e estações do ano. De facto, as massas de ar por efeito da

radiação solar, aquecem, provocando desequilíbrios térmicos na atmosfera, enquanto que a ausência temporária do Sol no lado oposto do planeta, permite que o ar arrefeça. Sendo o ar quente mais leve do que o ar frio, sobe até atingir uma altitude de cerca de 10 quilómetros, espalhando-se posteriormente para norte e para sul, voltando a arrefecer e a descer de novo. Esta acção constante origina movimentos massivos de ar, percorrendo trajectórias circulares na superfície terrestre.

A orografia e os obstáculos existentes na superfície afectam sobremaneira o comportamento do vento, dando origem à turbulência. Efectivamente, a eficácia de uma turbina eólica pode ser afectada de forma negativa por qualquer obstáculo colocado na direcção do vento em determinado momento. Consequentemente, para evitar esses efeitos, as turbinas eólicas são colocadas suficientemente elevadas para obstar à maioria das interferências, existindo, igualmente, uma distância mínima entre torres eólicas a ser respeitada, no sentido de não se constituírem como obstáculo.

**c. Aproveitamento eólico na *United States Air Force (USAF)***

Embora não sejam signatários do PQ, os EUA não têm descurado a produção de energia a partir de fontes renováveis. A Ordem Executiva 13123 de 1999, da presidência americana, define claramente a preocupação em recuperar o tempo perdido, estabelecendo metas de redução de poluição e de produção de energias a partir de fontes renováveis. Mais recentemente, a agência *Wind Powering America*, do Departamento de Energia dos EUA refere igualmente que está “empenhada em aumentar dramaticamente o uso da energia eólica”, menciona ainda que “através da energia eólica os EUA conseguirão alcançar o desenvolvimento económico regional almejado, realçarão as opções da geração de poder, protegerão o ambiente local e aumentarão a nossa energia e a segurança nacional”. Para consubstanciar as suas intenções, relativamente à energia eólica, segundo a *American Wind Energy Association*, no final de 2007, os EUA dispunham de uma potência instalada de 16.819 MWh e mais 3.626 MWh de equipamentos em construção.

O Departamento de Defesa patrocina, anualmente, através do *Energy Conservation Investment Program* (ECIP), projectos<sup>4</sup> diversos na área da produção de energia e eficiência energética. A USAF não se alheou deste desígnio nacional, para além dos projectos em curso, desde Junho do ano passado, dispõe de duas torres eólicas (660 kWh cada) no continente americano<sup>5</sup>, na Base de Warren, capazes de produzir 4,4 GWh/ano. Segundo o *Air Force Center for Engineering and Environment* (AFCEE), a produção eléctrica destas turbinas evitará o equivalente a 4.866 toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> por ano. O seu estudo prevê que esta produção resulte na poupança de mais de três milhões de USD, nos próximos 20 anos. Ernesto Perez, responsável da AFCEE para a instalação das turbinas, afirma que “foi um grande primeiro passo em direcção à auto-suficiência e estamos entusiasmados em construir mais”, espelhando a vontade de continuar a investir nesta área. Paralelamente, para além da produção eléctrica, a USAF é um parceiro privilegiado da *Environmental Protection Agency* (EPA), nomeadamente devido à compra da chamada energia verde.

Nesta alínea, foi possível responder à pergunta derivada: “*Existe alguma força armada no estrangeiro que produza energia eólica?*”

**d. Impactos negativos na navegação aérea**

Um parque eólico poderá constituir-se um perigo potencial para a navegação aérea, caso não sejam tomadas medidas para diminuir essa possibilidade. Assim, e segundo estudos do Eurocontrol, os impactos gerais conhecidos são:

- (1) Obstrução visual;
- (2) Ruído;
- (3) Perturbação da natureza;
- (4) Perigo físico.

Para além destes, são ainda apontados como possíveis efeitos na aviação e nos sistemas *Air Traffic Control* (ATC):

---

<sup>4</sup> Em 2007, o ECIP contemplava projectos no valor global de cerca de 60 milhões de USD.

<sup>5</sup> Fora do continente americano, a USAF dispõe de um parque eólico na ilha de Ascensão e dois projectos em curso no Alasca, Tin City e Cabo Romanzof.

- (1) Impactos diversos em procedimentos de aproximação e de saída, por instrumentos;
- (2) Impossibilidade de detecção dos parques eólicos durante a noite, mesmo recorrendo a *Night Vision Goggles*;
- (3) Redução de visibilidade para radares de seguimento de terreno;
- (4) Interferência electromagnética em ajudas-rádio à navegação (SSR, TACAC, DF, NDB e VOR), embora com um impacto reduzido;
- (5) Interferência electromagnética nos radares primários – impacto bastante elevado provocado pelas partes móveis e partes fixas da torre eólica. Os efeitos causados pelas partes fixas são:
  - (a) Obstrução – não são detectados alvos atrás e acima do parque eólico;
  - (b) Reflexão – as ondas electromagnéticas são reflectidas, dando indicações erradas sobre a posição das aeronaves;
  - (c) Saturação – quando relativamente perto, não são detectados alvos na proximidade do parque eólico.

Quanto às partes móveis, os efeitos causados são:

- (a) Obstrução – não são detectados alvos atrás e acima do parque eólico;
- (b) Alvo falsos – não existe qualquer aeronave mas o radar assume a torre como um alvo;
- (c) *Tracks* falsos – O radar cria *tracks* que não existem, atribuindo-lhes posição, altitude e rumo;
- (d) *Tracks* perdidos – O radar perde *tracks*, tanto a sua posição, como velocidade e rumo.

O Eurocontrol constituiu o grupo de trabalho *Wind Turbine Task Force* que tem como missão estabelecer uma metodologia comum, para os países constituintes da *European Civil Aviation Conference*, que permita avaliar e evitar ou minimizar o potencial impacto das turbinas eólicas nos sistemas ATC. Essa metodologia terá como alvo a manutenção dos necessários níveis de segurança e

eficácia dos sistemas ATC, bem como o apoio possível na instalação de turbinas eólicas.

**e. Procedimentos e informação aeronáutica**

O perigo para a segurança de voo que os equipamentos eólicos constituem implica o cumprimento e adopção de uma série de medidas, com o intuito de prevenir a sua interferência.

As medidas a adoptar, passam, essencialmente, pela balizagem visual (pintura das torres e pás), balizagem nocturna (luz de sinalização) e pelo registo e divulgação desse obstáculo nas publicações aeronáuticas. Em termos de processo de licenciamento, os parques eólicos necessitam de parecer positivo da FAP e NAV Portugal, E.P.E. (NAV) para a sua implementação, independentemente da sua localização relativamente a infra-estruturas da FAP. O Centro de Gestão de Tráfego Aéreo (CGTA), órgão responsável pelo parecer, em termos de procedimentos aeronáuticos, possui uma base de dados de todos as torres eólicas edificadas, ou, em fase de construção. No entanto, em termos de informação aeronáutica, o CGTA debate-se com a falta de um sistema de verificação dos projectos licenciados, devido ao hiato de dois anos que pode existir entre a aprovação e a conclusão da obra. Nesse entretanto, o CGTA não dispõe de qualquer informação relativa à sua evolução, não podendo assegurar uma informação aeronáutica precisa, já que a sua fonte de informação, por vezes, publica a informação com vários meses de atraso.

Relativamente às servidões aeronáuticas, as restrições impostas para protecção aos aeródromos e procedimentos constituem uma forte limitação à edificação de torres eólicas. Dados os valores prescritos no Anexo 14 da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), relativamente às áreas de protecção ao aeródromo, a edificação de uma torre com cerca 100 m de altura a menos de 5 km será impraticável. Adicionalmente, os 5 km serão uma distância muito reduzida, para proteger voltas no sector de aproximação falhada, sobretudo se for permitido instalar junto da linha de fronteira da servidão, moinhos que podem atingir 125 m de altura. Relativamente aos enfiamentos das pistas, a distância mínima para a não penetração da servidão situa-se nos 15 km.

Quanto às servidões electromagnéticas (limitações impostas por radares e ajudas rádio) que requerem distâncias mínimas para a existência de obstáculos, a possibilidade de as infringir é mínima, sob o risco de se comprometer a operacionalidade efectiva desses meios.

Nas duas últimas alíneas, foi possível responder às perguntas derivadas:

- “*Os geradores eólicos são compatíveis com a actividade aérea?*”
- “*Quais são as implicações dos geradores eólicos na aviação?*”

**f. Estudos realizados na FAP**

(1) Estudo ZAA/BA4

Em Junho do ano transacto, o Gabinete de Qualidade e Ambiente (GQA) desta Unidade elaborou um estudo de viabilidade para a instalação de equipamentos eólicos, em colaboração com o *Maintenance Engineering* do destacamento da USAF.

Devido ao comportamento médio do vento, o arquipélago dos Açores apresenta um potencial eólico bastante superior ao do continente. Consequentemente, as instalações da ZAA/BA4 têm condições favoráveis à implementação de equipamentos eólicos.

A produção eléctrica da Electricidade dos Açores (EDA), na Ilha Terceira, ronda os 150 GWh/ano, 99% da qual é obtida na Central Termoeléctrica de Belo Jardim, através da queima de combustíveis fósseis - fuelóleo e gasóleo. O restante é produzido por três mini hídricas instaladas no concelho de Angra do Heroísmo.

No estudo efectuado foram apontados dois locais possíveis para implantação: Serra do Cume (Local 1) e no interior da BA4 (Local 2), com uma turbina de 1 MWh ou três de 300 kWh, em cada local. A produção obtida rondaria os 4,9 GWh/ano, no Local 1 e 3,9 GWh/ano, no Local 2.

É considerado que a produção total seria integralmente vendida à EDA, não havendo qualquer aproveitamento interno. Os custos de aquisição e instalação dos equipamentos são de 2,27 e de 1,95 M€ para

os locais 1 e 2 respectivamente, incluindo turbinas, fundações, componentes eléctricos e a ligação à rede.

Em termos de resultado final, e partindo de um vida útil dos equipamentos de 25 anos, chega-se aos seguintes valores:

- (a) O Local 1 tem um Valor Actual Líquido (VAL) de 1.690.223€ um Período de Retorno do Investimento (PRI) de 10 anos e dois meses.
- (b) O Local 2 apresenta um VAL de 1.226.223€ um PRI de 11 anos e nove meses.

Assim, o estudo refere que o projecto é economicamente viável, levantando, no entanto, algumas reservas relativamente ao Local 1, devido à eventual falta de anuência da EDA, por razões comerciais, já que disporá de um parque eólico relativamente perto.

Quanto ao Local 2, a FAP poderá equacionar uma parceria com a USAF, já que dispõe de fundos próprios para projectos desta natureza<sup>6</sup>, e tem demonstrado interesse em participar na produção de energias renováveis, com a intenção de cumprir metas nacionais e por registar consumos bastante elevados<sup>7</sup>.

Face ao exposto anteriormente, o estudo conclui que o benefício para a FAP poderia atingir um retorno total de 2,9 M€ podendo recuperar o investimento inicial num período entre 9 a 12 anos.

## (2) Estudo BA11

Em 2004, foi realizado um estudo de viabilidade económica, no âmbito do Curso Geral de Guerra Aérea (CGGA), pelo CAP/PILAV Pedro Baptista, que teve como alvo a BA11, devido à intensidade média do vento ser superior à das outras Unidades do continente.

Este estudo não considerou os valores de uma eventual aquisição de terreno nem a sua preparação, os custos de ligação à rede, nem a

---

<sup>6</sup> Em 2002, o destacamento USAF encomendou um projecto de um parque eólico idêntico, ao INEEL (Idaho National Engineering and Environmental Laboratory).

<sup>7</sup> Em 2006, o destacamento USAF consumiu 29.612 MWh que se traduziram em cerca de 3 M€ A BA4 apresentou valores de consumo de 2.589 MWh, implicando uma factura de 250.000€



possibilidade de venda na energia produzida à EDP. Esta análise teve como base a instalação de uma turbina de 600 kWh, que seria capaz de produzir 1,443 GWh/ano. O custo do equipamento rondaria os 600.000€ com um PRI de cerca de quatro anos, já que o seu rendimento anual rondaria os 160.000€

Tendo em conta o exposto anteriormente, infere-se que as conclusões apresentadas estarão inflacionadas em termos de retorno global do investimento e consequente tempo, devido à não contabilização dos custos associados à instalação. A título de referencial, os locais considerados no estudo da BA4 comportam uma despesa de cerca de 60% do investimento total, para as fundações, componentes eléctricos e ligações à rede. Por outro lado, a evolução tecnológica e a venda da energia à EDP poderia atenuar este diferencial.

(3) Estudo Centro de Operações Aéreas Alternativo (COAA) e Estações Radar

No âmbito do CGGA 2006, foi realizado um estudo de viabilidade, pelo MAJG/TMMEL António dos Santos que teve como alvo as instalações da FAP em Montejunto. No entanto, o terreno indicado não pertence à FAP, sendo forçosa a cedência da parcela de terreno necessária, pela Câmara Municipal do Cadaval.

Este estudo contempla duas opções diferenciadas: a primeira prevê a instalação de um gerador eólico de 2 MWh, de modo a fazer face a uma potência instalada de 1.115 kVA, de forma a assegurar uma margem de segurança razoável para períodos de vento fraco; a segunda considera a ligação do parque à rede e correspondente venda da energia à EDP.

A primeira opção não se apresenta tão vantajosa como a segunda: por um lado pode haver produção de energia em excesso, em alturas do dia de consumo menor, desperdiçando-se energia e recursos, por outro, a margem de manobra referida anteriormente poderá não ser suficiente em períodos sem vento ou vento abaixo da velocidade de arranque. Adicionalmente, seria necessário implantar um ramal de 30 kVA de dois

quilómetros, entre as instalações técnicas e o aquartelamento do COAA, com os custos adicionais implícitos.

A segunda opção apresenta-se bastante mais favorável, já que toda a energia produzida é vendida à EDP, não havendo qualquer desperdício de energia. Adicionalmente, o Posto de Transformação (PT) do aquartelamento funcionaria como ponto de ligação à rede da EDP, não sendo necessário o ramal referido no parágrafo anterior. Ambas as opções necessitarão de uma linha de MT de 30 kVA entre o aerogerador e o ponto de entrega da energia.

Para aferir da viabilidade económica deste projecto, baseado nos dados existentes relativos ao vento, rugosidade do terreno e potência do aerogerador, este estudo utilizou a ferramenta disponibilizada pela *Danish Wind Industry Association*, o *Wind Turbine Power Calculator*, chegando a resultados estimados de produção de energia na ordem dos 5.831 GWh/ano, por via de um funcionamento em plena carga de 2.915 horas (33% de rendimento). Em termos da rentabilidade económica, o estudo tem em conta um custo médio de instalação de 1M€/1MW e o preço a receber pela energia produzida de 73,6€/MW. Assim, os valores apresentados são os seguintes:

- (a) Rendimento anual:  $5.831 \text{ MWh} \times 73,6\text{€} = 429.162 \text{ €}$
- (b) PRI:  $2.000.000 \text{ €} \div 429.162 \text{ M€} = 4,66 \text{ anos}$ ;

Para além dos proveitos económicos, esta instalação contribuiria para a redução de 4.605 TON de CO2 por ano.

#### **g. Opinião pública e publicidade**

Na chamada era da informação a opinião pública e a publicidade são essenciais. Efectivamente, grupos económicos, grandes empresas, partidos políticos e outros, usam ferramentas como a publicidade de modo a moldar a opinião pública a seu favor. Dado o tempo e a disponibilidade atribuída a esta investigação, não foi possível obter dados tangíveis sobre estas temáticas. É possível, no entanto, inferir que os dividendos que a FAP poderá tirar, tanto em termos de opinião pública, como de publicidade não podem ser desprezados.

(1) Opinião pública

Em termos político-financeiros, a importância dada às FFAA, mercê das sucessivas crises económicas e da necessidade de implementar medidas populares, pode medir-se pelos orçamentos que lhes têm sido atribuídos, os quais têm sofrido cortes sucessivos. As FFAA necessitam de dar a conhecer ao “público” da importância que têm no país, tanto em termos internos como externos. A divulgação da execução de um projecto para implementação de produção eólica, tendo em consideração a actualidade e importância do tema, teria, por certo, um impacto positivo na opinião pública e no meio político.

(2) Publicidade

As FFAA vivem tempos de mudança e, se durante várias décadas a profissão militar conseguiu ser atraente no mercado de emprego, actualmente as dificuldades de recrutamento são grandes, não havendo, em muitos casos, candidatos suficientes para preencher as vagas necessárias. A FAP recorre aos diversos meios de publicidade na tentativa de atrair jovens para o ingresso nas suas fileiras e qualquer evento que seja passível de ser noticiado poderá constituir-se como mais valia em termos publicitários.

**Teste das hipóteses**

(1) Relativamente à primeira hipótese “*A instalação de geradores eólicos numa Unidade da FAP resultará em dividendos financeiros*” julga-se verdadeira. Embora os prazos de retorno de investimento sejam um pouco dilatados, pode concluir-se, pelos vários estudos de viabilidade apresentados, que os dividendos financeiros são consideráveis.

(2) Quanto à segunda hipótese “*A produção eólica tem impactos desprezáveis na aviação*” considera-se ser falsa. Conforme se pôde comprovar, os impactos causados pelos geradores eólicos são diversos e de grande importância, podendo, na esmagadora maioria dos casos, ser impeditivos da sua implementação, nomeadamente, junto a bases aéreas.

### **Resposta à pergunta de partida**

Tendo como referência a pergunta de partida: *“Em que medida é que a Força Aérea poderá beneficiar da instalação de aerogeradores, nas suas Unidades?”*, foi possível, no decurso desta investigação identificar os seguintes indicadores que permitem responder-lhe:

- (1) Poupança na factura eléctrica. Conforme referido, o recurso a uma fonte de energia renovável como a eólica, traz no médio prazo, uma redução substancial na factura eléctrica que poderá ser maior, ou menor, conforme o investimento inicial e a quantidade de energia produzida.
- (2) Proveitos financeiros através da venda da energia à EDP. A venda da energia produzida à EDP é, por certo, um factor relevante tanto no aspecto financeiro como no sentido de não desperdiçar, em algum momento, a energia produzida.
- (3) Contributo para a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>.
- (4) Dividendos em termos da opinião pública;
- (5) Aproveitamento de um facto noticioso como instrumento publicitário.

Tendo em consideração o exposto, a FAP poderá obter dividendos financeiros marcantes, a médio prazo, oriundos da redução directa na factura eléctrica, da venda da energia e obter proveitos em termos de opinião pública e de publicidade.

## **Conclusão**

É um facto indesmentível que durante várias décadas, após a revolução industrial, o Homem foi capaz de potenciar alterações climáticas com efeitos ao nível global. Impelido pela evolução das suas descobertas e crescente procura, o recurso a fontes de energia fósseis, como o carvão e o petróleo, tornou-se primordial para suportar esse ímpeto.

As consequências causadas por essa utilização desmesurada fazem-se sentir em várias vertentes, nomeadamente na subida da temperatura global, através do efeito de estufa. Este aumento da temperatura tem impactos graves, designadamente na água e na saúde humana. Os efeitos na água têm sido notórios ao nível geográfico, e os acontecimentos como o furacão Katrina, em 2005, poderão tornar-se mais frequentes, com as consequências que acontecimentos desse calibre representam. A saúde humana poderá degradar-se devido às temperaturas elevadas, especialmente por essa situação propiciar melhores condições de sobrevivência a organismos causadores de doenças.

Perante o cenário assolador para que o planeta se encaminha, as medidas a adoptar são urgentes e de responsabilidade tanto individual como colectiva e, passam, nomeadamente, pela produção de energia a partir de fontes renováveis, pela alteração de hábitos e pela eficiência energética.

O papel desempenhado pela energia tem sido primordial, nomeadamente desde a revolução industrial, era a partir da qual se foi substituindo a manufactura pela produção industrial e fontes de energia como o vento, a água e a lenha pelo carvão, petróleo, gás e nuclear. Devido à evolução da indústria e à transformação da sociedade, a procura pela energia tem crescido de forma exponencial, e a dependência da chamada sociedade da informação será incalculável. Actualmente, em função da crescente consciencialização sobre os malefícios decorrentes da queima de combustíveis fósseis, aliados às sucessivas crises originadas pelo preço do petróleo, a busca pelas energias renováveis tem registado uma evolução exponencial, designadamente a partir dos anos 70. Nos nossos dias, as FER assinalam um incremento acentuado em termos de popularidade e disponibilizam um leque de opções bastante diversificado que permite a produção de energia a partir: da radiação solar, da energia geotérmica, da biomassa, do hidrogénio e dos oceanos.

O PQ espelha bem a preocupação da comunidade internacional em mitigar os impactos do efeito de estufa. Embora não tenha sido assinado por alguns dos principais poluidores como os EUA, o tratado conta com a assinatura de 178 Estados, que se comprometem a reduzir as emissões dos GEE até 2010, tendo como referência os valores registados em 1990.

Portugal, apesar da forte dependência energética que regista, apresenta um panorama favorável, tanto em termos ambientais como energéticos. Efectivamente, o nosso país tem dado alguns passos importantes para o cumprimento das metas a que se propôs atingir, de onde se destaca o alcance prematuro da meta de 2010 relativa à percentagem de energia consumida, a partir das FER.

Na FAP, o consumo de energia eléctrica tem representado valores de cerca de um ponto percentual que se traduzem no dispêndio de somas superiores a três M€. A FAP dispõe de dois equipamentos de produção a partir de fontes renováveis: uma central geotérmica na Base do Lumiar e uma central fotovoltaica, no Campo de Tiro de Alcochete. Apesar da diminuta expressão neste tipo de produção, a FAP tem desenvolvido uma série de medidas no sentido de reduzir a sua factura eléctrica, apostando, sobretudo, na substituição de equipamentos antigos por equipamentos mais recentes, a fim de garantir uma maior eficiência energética. Contudo, a margem para melhorar é ainda significativa, nomeadamente pela sensibilização das pessoas no sentido de lhes inculcar a perspectiva ambiental.

O aproveitamento da energia eólica tem séculos de história. As suas primeiras utilizações foram feitas pela civilização egípcia, através de velas nas embarcações, como complemento da força humana empregue nos remos. Posteriormente, a utilidade do vento foi-se diversificando e acaba por ter uma forte expressão nos moinhos, tanto na região persa como na Europa. Em termos de produção de energia eléctrica, embora a sua utilização tenha sido iniciada em finais do século XIX, o rendimento superior obtido pelos combustíveis fósseis foi estancando qualquer possibilidade de evolução. Após a crise petrolífera nos anos 70, o interesse renasceu e tem evoluído de forma sustentada – nos anos 80 uma turbina eólica debitava 25 kWh, ao passo que, hoje em dia, existem equipamentos a produzir mais de 3.000 kWh.

A USAF tem desenvolvido projectos de produção eólica nas suas Unidades, contando com um parque com duas turbinas no continente americano, capazes de

produzir 4,4 GWh por ano e um parque eólico na ilha de Ascensão. Adicionalmente tem dois projectos em curso para a região do Alasca. É assim possível responder à pergunta derivada “*Existe alguma força armada no estrangeiro que produza energia eólica?*”.

A instalação de parques eólicos levanta alguns problemas em termos aeronáuticos, com implicações directas na escolha dos locais a adoptar. Para além dos impactos gerais como a obstrução visual, o ruído, a perturbação da natureza e o perigo físico, a aeronáutica e os sistemas de tráfego aéreo têm de se debater, nomeadamente com os efeitos causados nos procedimentos de aproximação e de saída por instrumentos, dificuldade de detecção nocturna, visibilidade reduzida para radares de seguimento de terreno e interferência electromagnética nos radares e nas ajudas-rádio à navegação. A nível nacional e em termos de procedimentos aeronáuticos, a FAP tem um papel fundamental na instalação de parques eólicos: através do CGTA é dado o parecer sobre a instalação de qualquer torre eólica, independentemente da sua posição relativamente às Unidades da FAP. Quanto às bases aéreas, as distâncias que as servidões aeronáuticas ditam para protecção aos aeródromos são bastante extensas, inibindo praticamente a possibilidade de instalação de um parque eólico na sua proximidade. Quanto a outras instalações da FAP, designadamente as estações radar, levanta-se a questão das servidões electromagnéticas, no entanto, dada a orografia das zonas em questão, será mais fácil de acomodar uma instalação eólica sem infringir as áreas protegidas. Pode assim responder-se às questões derivadas “*Os geradores eólicos são compatíveis com a actividade aérea?*” e “*Quais são as implicações dos geradores eólicos na aviação?*” e concluir-se, igualmente, que a segunda hipótese levantada durante esta investigação “*A produção eólica tem impactos desprezáveis na aviação*” é falsa, devido à magnitude dos impactos causados pelos equipamentos eólicos, nomeadamente junto a bases aéreas.

Nos últimos anos foram realizados estudos de viabilidade para a implementação de equipamentos eólicos em instalações da FAP.

- O mais recente foi realizado pelo GQA da BA4 em colaboração com elementos do destacamento da USAF naquela Unidade. No referido estudo foram seleccionados dois locais para a produção e venda da energia produzida, na Serra do Cume e no interior da Unidade. O investimento inicial da FAP rondaria os quatro M€ (PRI de cerca de 10 anos), resultando num VAL de três M€ no fim da vida útil dos equipamentos.

- Em 2004, o estudo efectuado sobre a BA11 aponta para um custo de 600.000€ com um PRI de pouco mais de quatro anos e um rendimento anual de 160.000€. No entanto, não contempla a eventual aquisição da parcela de terreno necessária, a ligação à rede e outros custos que, na sua globalidade, poderão representar 60% do investimento. Por outro lado, também não é considerada a venda da energia à EDP.
- Em 2006, o estudo feito no COAA e Estações Radar prevê a venda da totalidade da energia produzida, concluindo que um investimento de dois M€ teria um PRI de cerca de cinco anos, resultando em proveitos anuais na ordem dos 400.000€ durante mais 15 anos.

Assim, pode concluir-se que a primeira hipótese levantada “*A instalação de geradores eólicos numa Unidade da FAP resultará em dividendos financeiros*” é verdadeira, já que, para além dos benefícios económicos directos que estes investimentos poderão retornar, a instalação de equipamentos eólicos poderá contribuir para a consolidação de uma imagem de vanguarda tecnológica e de preocupação com as metas e desígnios colectivos. Os benefícios em termos de publicidade poderão ser igualmente importantes, dada a dificuldade de recrutamento que as FFAA, em geral, vivem. Consequentemente, estes factores concorrem para a resposta à pergunta de partida “*Em que medida é que a Força Aérea poderá beneficiar da instalação de aerogeradores, nas suas Unidades?*”.

### **Contributos para o conhecimento**

A partir do desenrolar desta investigação, julga-se ter contribuído para concluir que a implementação de equipamentos eólicos em instalações da FAP poderá trazer benefícios económicos e de imagem pública. Adicionalmente, este tipo de produção de energia é utilizado em outras FFAA.

### **Recomendações**

Após a conclusão desta investigação, julga-se oportuno efectuar as seguintes recomendações:

- **Inspecção Geral da FAP/Gabinete de Prevenção de Acidentes/Ambiente:**  
Fornecer informações às Unidades da FAP, no sentido de incrementar a



divulgação de acções de uso racional dos equipamentos consumidores de energia.

- **EMFA/Relações Públicas:** Promover um estudo estatístico sobre o impacto que teria na opinião pública a implementação de equipamentos eólicos na FAP.
- **EMFA:** Proceder a estudos técnico-económicos de viabilidade para a instalação de equipamentos eólicos nas Unidades da FAP, designadamente junto das estações radar.
- **Instituto Nacional da Aviação Civil (INAC):** Criar as condições para a existência de uma base de dados que permita o acompanhamento preciso e detalhado da evolução das instalações eólicas.
- **Ministério da Defesa Nacional:** Criar um programa de investimentos para a implementação de equipamentos de produção de energia com origem em FER, nas FFAA.

## **Bibliografia**

### Livros e manuais

- CASTRO, Rui M.G. (2007). *Introdução à energia eólica (edição 3)*. Instituto Superior Técnico
- QUIVY, Raymond, CAMPENHOUDT, Luc Van, (2005). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. 4ª ed, Lisboa: Gradiva.
- WACKERNAGEL, Mathis, REES, William E. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*

### Monografias

- COSTA, Pedro (2000). *Energias renováveis e produção descentralizada – energia eólica*. 4º Ano da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica (1999/2000). Instituto Superior Técnico
- HENRIQUES, João José Barroso, CAP/TPAA (2007). *Gestão de energia em Unidades da Força Aérea*. CPOS/FA 2006/2007: IESM
- SANTOS, António Luís Alves dos, MAJG/TMMEL (2006). *Racionalização dos consumos de energia - Projecto eólico para o COAA em Montejunto*. CGGA 2005/2006: IAEFA
- BATISTA, Rui Pedro Augusto Branco, CAP/PILAV (2004). *Racionalização dos consumos de energia*. CGGA 2003/2004: IAEFA

### Internet

- <<http://www.awea.org>> *American Wind Energy Association*
- <<http://www.cm-seixal.pt/cmseixal/ambiente/energia/>> *Câmara Municipal do Seixal – Energia*
- <<http://www.bbc.co.uk/climate/evidence/>> *Climate change*
- <<http://www.dgge.pt>> *Direcção Geral de Geologia e Energia*
- <<http://www.eea.europa.eu/>> *European Environment Energy*
- <[http://ec.europa.eu/energy/res/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/index_en.htm)> *Energy for the future: Renewable Sources of Energy*
- <<http://www.eia.doe.gov/>> *Energy Information Administration – Official Statistics from the U.S. Government*

- <<http://www.erse.pt/vpt/entrada/electricidade/>> **Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos - Electricidade**
- <<http://www.epi.yale.edu/Home>> **Environmental Performance Index**
- <<http://www.epa.gov/grnpower/partners/partners/usairforce.htm>> **Environmental Protection Agency – Green Power Partnership**
- <<http://www.ewea.org/>> **European Wind Energy Association**
- <<http://www.energy.eu/>> **Europe's Energy Portal**
- <<http://www.afcee.brooks.af.mil/ms/msp/center/Vol11No3/10.asp>> **First Air Force wind farm erected at Warren AFB**
- <<http://www.fuel-cell-bus-club.com>> **Fuel Cell Bus Club**
- <<http://www.ipcc.ch/>> **Intergovernmental Panel on Climate Change**
- <<http://www.iea.org/>> **International Energy Agency**
- <<http://www.min-economia.pt/innerPage.aspx?idCat=51&idMasterCat=13&idLang=1>> **Política energética - Estratégia nacional para a energia**
- <<http://www.energiasrenovaveis.com>> – **Portal das energias renováveis**
- <[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/background/items/3145.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/items/3145.php)> **United Nations Framework Convention on Climate Change – Kyoto Protocol**
- <<http://www.eere.energy.gov>> **U.S. Department of Energy – Energy efficiency and Renewable Energy**
- <[http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/peace/](http://nobelprize.org/nobel_prizes/peace/)> **The Nobel peace prize**
- <<http://www.windpower.org/en/tour/wres/index.htm>> **Where does Wind Energy come From?**

#### Jornais e Revistas

- DIGITAL, Diário (2007). 15 de Novembro de 2007, **Sócrates reafirma «aposta clara» do governo nas renováveis**
- METRO, Jornal (2007). 12 de Novembro de 2007, **Portugal e as energias renováveis,**
- NOTÍCIAS, Diário de (2008). 24 de Janeiro de 2008, **Portugal aumenta emissões**
- PÚBLICO, Jornal (2008). 21 de Fevereiro de 2008, **Eólicas e acasos ajudam Portugal a atingir meta europeia de electricidade renovável**

#### Legislação

- REPÚBLICA, Assembleia da (2006). Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril, ***Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios***
- REPÚBLICA, Assembleia da (2007). Decreto-Lei nº 225/2007 de 31 de Maio
- REPÚBLICA, Assembleia da (2006). Decreto-Lei nº29/2006 de 15 de Fevereiro,
- REPÚBLICA, Assembleia da (2005). Decreto-Lei nº33-A/2005 de 16 de Fevereiro
- REPÚBLICA, Assembleia da (2006). Decreto-Lei nº172 de 23 de Agosto
- EUA, Ordem Executiva do Presidente dos (2007). EO 13423, 24 de Janeiro de 2007, ***Strengthening Federal Environmental, Energy, and Transportation Management***
- EUA, Ordem Executiva do Presidente dos (1994). EO 12902, 8 de Março de 1994, ***Energy Efficiency And Water Conservation at Federal Facilities***
- EUA, Ordem Executiva do Presidente dos (1999). EO 13123, 3 de Junho de 1999, ***Greening The Government Through Efficient Energy Management***
- INAC, Circular de Informação Aeronáutica (2003). CIA 10/03, 6 de Maio de 2003, ***Limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais à navegação aérea***
- UNIÃO EUROPEIA (2001). Directiva 77/CE/2001, ***Promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno de electricidade***

#### Outras publicações e apresentações

- GQA (28 de Junho de 2007). ***Estudo de viabilidade de energia eólica para a BA4.***  
BA4
- OSTER, Thomas, Capt, Eurocontrol DG/MIL, (28 de Abril de 2006). ***Impacts on ATC Systems caused by Wind Turbines***
- COMISSÃO EUROPEIA, Comunicação da (2007). COM 2, 10 de Janeiro de 2007, ***Limitação das alterações climáticas globais a 2 graus Celsius - Trajectória até 2020 e para além desta data***
- COMISSÃO EUROPEIA, Comunicação da (2007). COM 848, 10 de Janeiro de 2007, ***Roteiro das Energias Renováveis. Energias Renováveis no Século XXI: construir um futuro mais sustentável***
- SEIFERT, Gary & MYERS, Kurt (2005). ***Wind Power Systems and The Air Force.***  
Idaho National Laboratory

- EUROCONTROL (18 de Maio de 2007). *Wind farm impact assessment techniques and mitigation measures*

#### Entrevistas

- TCOR/ENGEL Sérgio Jacob (2008), Gestor de Energia da FAP. EMFA/DE Alfragide (Anexo B)
- CAP/TOCART Vítor Marques (2008), Chefe do Sector de Procedimentos do CGTA. COFA/CGTA Monsanto (Anexo C)

## **Anexo A – Corpo de conceitos**

**Aerogerador** – Equipamento mecânico que faz o aproveitamento da energia do vento transformando-a em energia eléctrica.

**Aquecimento global** – Aumento da temperatura a um nível planetário, provocado pelas emissões excessivas de GEE, designadamente o dióxido de carbono.

**Ajuda-rádio à navegação** – Equipamento visual ou electrónico que fornece informações precisas às aeronaves em voo, úteis para a sua navegação ponto-a-ponto, e execução de procedimentos de descolagem ou aterragem.

**Efeito de *coriolis*** – O movimento de rotação da Terra, provoca a tendência para que qualquer partícula, em deslocação, altere o seu curso. No hemisfério Norte as partículas são desviadas para a direita, ao passo que no hemisfério Sul o desvio ocorre para a esquerda.

**Efeito de estufa** – A Terra, após ser aquecida pela radiação solar, liberta parte dessa energia sob a forma de calor (raios infra-vermelhos), os GEE não permitem essa libertação, causando o efeito de estufa.

**Eficiência energética** – Conjunto de acções e ou medidas que permitem otimizar a relação entre a quantidade de energia produzida e a quantidade de energia necessária para o funcionamento de sistemas ou obtenção de um determinado produto final. Pode ser obtida, tanto através de melhorias tecnológicas, na produção de energia e no seu consumo, como por alterações comportamentais.

**Energia renovável** – é a energia proveniente do Sol, utilizada sob a forma de luz, de energia térmica ou de electricidade fotovoltaica, da biomassa, do vento, da geotermia ou das ondas e marés. (in: RCCTE – DL 80/2006)

**Potencial eólico** – Quantidade de energia que o vento consegue disponibilizar num determinado local, estando dependente da sua velocidade, direcção e frequência.

**PRI** – Período de Retorno do Investimento é o período de tempo que medeia entre a realização do investimento e a sua recuperação.

**Radar primário** – Sistema de detecção que consiste no envio de ondas electromagnéticas para a atmosfera, com o intuito de receber os reflexos dos choques dessas ondas com objectos. Esses retornos tomam a designação de alvos radar.

**Radar secundário** – Sistema de detecção e identificação, utilizado na aviação, que se baseia em duas partes principais: - o “*interrogator*” (equipamento instalado no solo e que emite um sinal de interrogação); - o “*transponder*” (equipamento colocado nas aeronaves que permite responder ao “*interrogator*”, garantindo assim a identificação da aeronave, através de um código específico.

**Track** – Informação tratada e indicada no sistema de visualização de qualquer alvo detectado no radar.

**VAL** – Critério económico que assenta no cálculo do somatório dos “*cash-flow*” anuais, actualizados à taxa escolhida, deduzidos do montante actualizado à mesma taxa dos investimentos.

## **Anexo B – Entrevista ao Chefe da 3ª Repartição (Electricidade de Terra) da Direcção de Electrotecnia**

TCOR/ENGEL Sérgio Jacob, EMFA/DE, Janeiro de 2008

### **1. Que medidas têm sido tomadas para reduzir consumos de energia?**

- a. Instalações de gás para substituição dos sistemas a gasóleo, em alguns casos recorrendo à rede de gás natural. Esta substituição, nas centrais de aquecimento/vapor ocorreu, há cerca de sete anos, altura em que o Chefe da Repartição (TCor/ENGEL Ramiro Matos) acumulava funções, de facto, como gestor de energia. Com a saída dele os assuntos relacionados com o gás transitaram para a Direcção de Infra-estruturas.*
- b. Iluminação pública dentro das Unidades por sectores e horários, permitindo apenas a iluminação das áreas que necessitam e nos períodos requeridos, criando-se a possibilidade de existirem diferentes níveis de iluminação em sectores/áreas, através de dispositivos de programação horária e o facto dos circuitos de iluminação serem trifásicos, permitindo uma gestão por fases.*
- c. Redução do número de lâmpadas fluorescentes onde possível (ex. edifício do EMFA). Esta utilização integrada com aparelhos de iluminação com reflector de alumínio de alto rendimento permitiu que o número de lâmpadas fosse reduzido em dois terços com reflexos evidentes no consumo de energia.*
- d. Mudança para balastros electrónicos, nas lâmpadas fluorescentes, em diversas Unidades e em particular nas intervenções efectuadas pela DE. Estes dispositivos permitem reduzir o factor de potência, melhorar o funcionamento dos aparelhos e a vida útil das lâmpadas. As vantagens são notórias ao nível de consumo de energia e gastos em manutenção.*
- e. Substituição das lâmpadas de mercúrio por lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, em hangares, oficinas e armazéns. Estas lâmpadas têm um fluxo luminoso superior às primeiras, para a mesma potência de lâmpada, pelo que para se obter o mesmo nível de iluminação em locais de trabalho é possível reduzir o número de aparelhos e, assim, reduzir o consumo de energia. Em alternativa e mantendo o mesmo número de aparelhos, a instalação de lâmpadas de menor potência conduz ao mesmo resultado.*



- f. Compensação do factor potência para 0,93 (energia reactiva). Através da instalação de baterias de condensadores nos quadros gerais de baixa tensão dos postos de transformação. O investimento tem um retorno ao fim de dois a três anos. Está a ser considerado para novos projectos para novos edifícios que pela sua dimensão possuam um PT, ou mais, como é o caso de Alfragide.*
- g. Instalação de contadores parciais - está a ser considerada em projectos para novos edifícios e na remodelação de existentes. Esta medida, só por si, não conduz à redução de consumos de energia, no entanto, permite que se faça uma análise de consumos para que sejam tomadas eventuais medidas para atingir o objectivo.*
- h. Para os sistemas centralizados de sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (da gestão da Direcção de Infra-estruturas) são usados bancos de gelo, utilizando o período nocturno para a sua operação. Permite a melhor distribuição do consumo de energia ao longo do dia, evitando picos de consumo (ex. edifício A do EMFA e Hospital da FAP)*
- i. Controlo de A/C individualizado por sala no edifício A do EMFA;*

## **2. Onde poderão ser tomadas medidas para incrementar esta redução?**

- a. Sensibilização das pessoas, nomeadamente para desligarem equipamentos e sistemas de iluminação sempre que não sejam necessários. Na prática, tentar incutir a perspectiva ambiental, associada à redução do consumo de energia, nos elementos que compõem a FAP.*
- b. À partida, a definição de um programa de prevenção de consumo caberá ao GABCEMFA, CLAFA/DE e IGFA, não esquecendo as responsabilidades de cada Comandante e individuais.*
- c. Instalação de sistemas integrados de gestão de energia. Estes sistemas são facilmente implementáveis em edifícios novos, no entanto, a sua aplicabilidade em edifícios já existentes levanta vários problemas, nomeadamente de ordem financeira. Quer no primeiro quer no segundo caso impõe-se uma análise custo-benefício e a disponibilidade financeira para a implementação dos sistemas.*

**3. Na FAP há energia produzida a partir de fontes renováveis?**

- a. Campo de Tiro de Alcochete, através de uma central fotovoltaica de potência 7 kVA, para alimentar a torre de tiro, que dista cerca de 10 quilómetros da zona do aquartelamento, onde existe distribuição de energia eléctrica.*
- b. Aproveitamento geotérmico, na Base do Lumiar para aquecimento de águas. Penso que este sistema se encontra inoperativo há algum tempo.*

**4. Pretende-se continuar com este tipo de investimento?**

- a. A Aquisição deste tipo de equipamentos de energia alternativa é difícil porque exige um investimento inicial significativo e, actualmente, vive-se um período de contenção de custos.*

**5. Foram feitos estudos na FAP para implementação de equipamentos FER? Se sim, que receptividade têm tido?**

- a. Recentemente foi elaborado um estudo na BA4, em parceria com o destacamento da USAF, no sentido de verificar a sua viabilidade. Os estudos são bem aceites, no entanto, tendo em consideração as prioridades de uma organização como a Força Aérea, nomeadamente em manter a operação, a questão financeira continua a impedir que projectos desta natureza se concretizem, dado o forte investimento inicial.*
- b. Existe um projecto para remodelação de um hangar, na BAI, para o Museu do Ar que prevê que numa das fachadas sejam instalados painéis fotovoltaicos que permitirão produzir parte da energia eléctrica necessária para o edifício.*

**6. Num futuro a médio prazo, será inevitável que uma instituição como a FAP tenha uma percentagem de energia razoável, com origem em fontes renováveis?**

- a. À semelhança das outras entidades, a FAP terá de cumprir a legislação que começa a ser produzida sobre a matéria. Como exemplo, pode-se apontar os novos edifícios que terão de contemplar uma percentagem de FER, para águas quentes, ventilação e aquecimento.*

## **Anexo C – Entrevista ao Chefe do Sector de Procedimentos do CGTA**

CAP/TOCART Vítor Marques, COFA/CGTA, Fevereiro de 2008

### **1. Que implicações têm as instalações de equipamentos eólicos em termos de procedimentos, no tráfego aéreo?**

*Os equipamentos eólicos são um obstáculo à aviação, por conseguinte, constituem um perigo para a segurança de voo. A existência desse perigo implica o cumprimento e adopção de uma série de medidas no sentido de prevenir a sua interferência na segurança de voo. Essas medidas passam, essencialmente, pela balizagem visual (pintura das torres eólicas e pás), balizagem nocturna (luz de sinalização) e pela inscrição desse obstáculo nas publicações aeronáuticas.*

### **2. Os equipamentos eólicos têm um tratamento diverso de qualquer outro obstáculo?**

*À semelhança de qualquer outro obstáculo, os equipamentos eólicos estão obrigados a respeitar o estabelecido na Circular de Informação Aeronáutica – Limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais à navegação aérea. Contudo, ao contrário de outros obstáculos, os projectos de licenciamento destas estruturas são sempre submetidos ao parecer da FAP, independentemente da sua localização relativamente às Unidades Base da FAP. Normalmente apenas os projectos de infra-estruturas subjacentes às servidões aeronáuticas serão obrigatoriamente submetidos para avaliação.*

### **3. O aumento do número de parques eólicos no território português já teve algum impacto negativo nos procedimentos de tráfego aéreo? Qual ou quais?**

*Alteração de procedimentos da Base Aérea nº1, onde os mínimos da aproximação VOR/DME foram revistos, obrigando a um incremento da razão de subida no sector de aproximação falhada. Alteração da espera a Sul da Base Aérea nº5 cuja área de protecção passou a estar penetrada por moinhos eólicos instalados em Chão Falcão. Todas as MVA (Minimum Vectoring Altitude) e MSA (Minimum Sector Altitude) tiveram de ser revistas e muitas delas incrementadas em função destas novas instalações.*

**4. Em termos de servidões aeronáuticas, existe, nas bases aéreas da FAP, viabilidade para instalação de torres eólicas?**

*Dados os valores prescritos, nomeadamente, no Anexo 14 da ICAO, relativamente às áreas de protecção ao aeródromo, parece-me bastante difícil a instalação de uma torre com cerca de 100 m de altura a menos de 5 km de distância à pista, porque iria penetrar essas áreas. Contudo, estes 5 km são uma distância muito reduzida para proteger voltas no sector de aproximação falhada sobretudo se for permitido instalar juntos da linha de fronteira da servidão moinhos que podem atingir 125 m de altura. No caso de Sintra, por exemplo, esta situação é agravada pelo facto do terreno circundante ter cotas muito superiores à da pista, sendo que em muitas áreas o terreno já penetra a servidão.*

**5. Quais são as limitações existentes?**

*Conforme já abordado na pergunta anterior, e não entrando em muitos pormenores, um aeródromo terá de manter livre uma área que corresponde à da servidão publicada e que basicamente é uma elipse com um eixo menor de 5 km estendida até aos 15 km no sentido da aproximação e da saída.*

*Existem também limitações ao nível das emissões electromagnéticas, tanto em radares como ajudas à navegação que requerem distâncias mínimas para a existência de obstáculos.*

**6. Essas limitações podem ser ultrapassadas? Quais as consequências?**

*Operacionalmente pode-se contornar a situação até um determinado nível onde se estaria a ultrapassar todos os limites permitidos para a operação por instrumentos, ou seja, estabelecer uma aproximação por instrumentos cujos mínimos, em resultado do impacto dos moinhos eólicos seriam iguais aos mínimos de operação VFR (Visual Flight Rules) não fará qualquer sentido. Adicionalmente, os parâmetros operacionais que poderão flexibilizar, inviabilizam a utilização de um determinado procedimento por aeronaves cujas performances não se adequem aos requisitos suplementares exigidos.*

**7. Qual é o papel que a Força Aérea desempenha em termos de processo de licenciamento de parques eólicos?**

*A FAP é sempre consultada desde que o moinho eólico do Funchal surgiu sem aviso dentro da CTR de Sintra causando a alteração dos mínimos das aproximações daquela Unidade. Desde então o INAC estabeleceu que todos os projectos de licenciamento de moinhos eólicos terão de receber o parecer da FAP e da NAV, independentemente da localização dos mesmos.*

**8. Em que fases do processo de licenciamento/instalação é que a FAP é consultada/informada?**

*A FAP apenas é consultada na fase de licenciamento não havendo, actualmente, um sistema de verificação da instalação dos projectos licenciados. Desta situação resulta que num período de dois anos o projecto poderá ser concretizado ou abandonado sem que a FAP seja informada.*

**9. Existe alguma entidade que controle, a cada momento, a evolução da instalação dos parques eólicos?**

*Esta é uma das lacunas mais graves associada à instalação dos parques eólicos. Não existe uma entidade aeronáutica que verifique se as estruturas estão instaladas em conformidade com o projecto e que alerte no momento em que os moinhos estão de facto instalados. Assim, a FAP está dependente da pouca informação que vai sendo publicada em NOTAM pelo INAC, por vezes com atrasos de 6 meses após a data de implantação das estruturas, com base em reporte da DGE (Direcção Geral de Energia) da capacidade instalada.*